บทที่ 4

กระบวนการผลิตหัวอ่านและบันทึกข้อมูล (HGA) ด้วยมือ และการจำแนกประเภทของงาน

4.1 กระบวนการผลิตหัวอ่านและบันทึกข้อมูล (HGA) ด้วยมือ

กระบวนการผลิตหัวอ่านและบันทึก(HGA) นั้นเป็นกระบวนการผลิตแบบการประกอบ (Assembly Process) ที่ไม่สลับซับซ้อนเนื่องจาก HGA ประกอบด้วยชิ้นส่วนเพียง 3 ชิ้นเท่านั้น คือ Slider , Flexure และ Wire ดังได้แสดงไว้ในรูปที่ 1.1 โดยที่กระบวนการผลิตนั้นเป็นการนำเอาชิ้นส่วนทั้ง 3 ประกอบเข้าด้วยกันโดยใช้กาวชนิดต่างๆเป็นตัวประสานชิ้นส่วน Slider และ Flexure เข้าด้วยกันโดยชนิดของกาวจะขึ้นอยู่กับการออกแบบและความเหมาะสมของ HGA ในแต่ละรุ่นซึ่งชนิดตัวอย่างของกาวมีดังนี้คือ Loctite , Hysol Epoxy , Emcast เป็นต้น และในการประกอบ Wire ให้ติดกับ Slider นั้นจะใช้เครื่องเชื่อมระบบอุลตราโซนิคในการเชื่อมและใช้ครีบของ Flexure ขนาดเล็กๆประมาณ 4 ครีบที่อยู่ตรงขอบของ Flexure เป็นตัวจับยึดให้ Wire ประกอบเข้ากับ Flexure และเมื่อชิ้นส่วนทั้ง 3 ถูกประกอบเป็นรูปร่างของผลิตภัณฑ์ HGA แล้วก็จะเป็นจะต้องมีขั้นตอนของการตรวจและทดสอบคุณภาพของ HGA ก่อนเช่นค่าความสามารถทางการอ่านและบันทึกข้อมูล ค่าฟังก์ชั่นทางไฟฟ้าแม่เหล็ก ระยะการบินเหนือแผ่นข้อมูล การตรวจสอบหาของเสียด้วยสายตา รวมถึงการทำความสะอาดชิ้นงาน วัดค่าความยืดหยุ่นของชิ้นงานและขั้นตอนอื่นๆ จนได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามข้อกำหนด (Specifications) จากนั้นจะทำการบรรจุผลิตภัณฑ์ HGA เพื่อส่งต่อไปยังโรงงานที่ทำการผลิตขั้นตอนต่อไปของการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ความแตกต่างของ HGA ในแต่ละรุ่นจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ การออกแบบหัวอ่านและบันทึกและข้อกำหนดทางรายละเอียด (Specifications) เกี่ยวกับฟังก์ชั่นทางไฟฟ้าแม่เหล็กที่ได้รับการออกแบบมาHGAบางรุ่นอาจจะใช้Sliderชนิดเดียวกันกับอีกรุ่นหนึ่งแต่ใช้ Flexure ที่ต่างกัน หรือในกรณีที่ทั้งสองรุ่นใช้วัตถุดิบเหมือนกันทุกประการ แต่แตกต่างกันด้วยข้อ

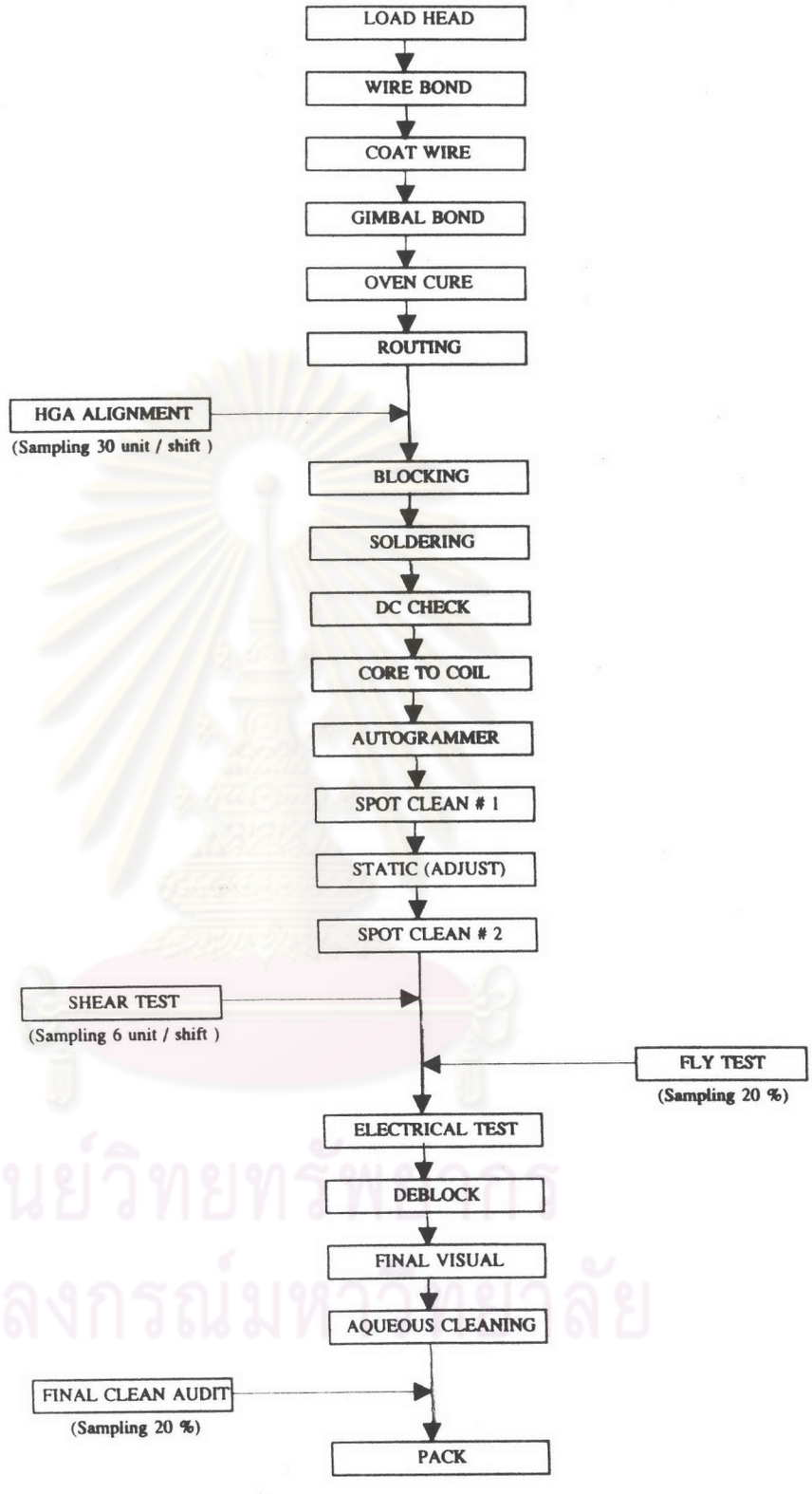
กำหนดทางรายละเอียดเกี่ยวกับฟังก์ชั่นทางแม่เหล็กไฟฟ้า ความหลากหลายของรุ่นจึงมีมากเนื่องจากตลาดมีความต้องการนำผลิตภัณฑ์ HGA ไปใช้งานในลักษณะที่แตกต่างกัน

เทคโนโลยีของการผลิตส่วนประกอบของ HGA พัฒนาขึ้นมาก โดยเฉพาะชิ้นส่วนประกอบของ Slider จะมีการพัฒนารูปแบบใหม่ๆพร้อมทั้ง Pole Tip แบบใหม่ๆเพื่อสมรรถนะและประสิทธิภาพที่สูงขึ้นออกมาเป็นจำนวนมาก รวมถึงรูปแบบของ Flexure ก็ได้มีการพัฒนารูปแบบใหม่ๆเพื่อให้เหมาะสมกับ Slider และมีประสิทธิภาพสูงมากขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ HGA มีจำนวนรุ่นหลายรุ่น โดยรูปแบบของ HGA รุ่นต่างๆ ได้แสดงไว้แล้วในรูปที่ 1.2

กระบวนการผลิต HGA มีทั้งหมดด้วยกัน 23 ขั้นตอนการผลิต ดังได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.1 และได้แสดงรายละเอียดของกระบวนการผลิตไว้ในรูปที่ 4.2 ซึ่งภายใน 23 ขั้นตอนการผลิตนี้จะแยกออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่ผลิตภัณฑ์ HGA ทุกตัวต้องผ่านขั้นตอนการผลิตนี้ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 19 ขั้นตอน และอีกส่วนหนึ่งก็คือ ขั้นตอนที่เป็นการสุ่มเพื่อทดสอบคุณสมบัติของชิ้นงาน ซึ่งมีบางขั้นตอนจะเป็นขั้นตอนการทดสอบแบบทำลายชิ้นงาน

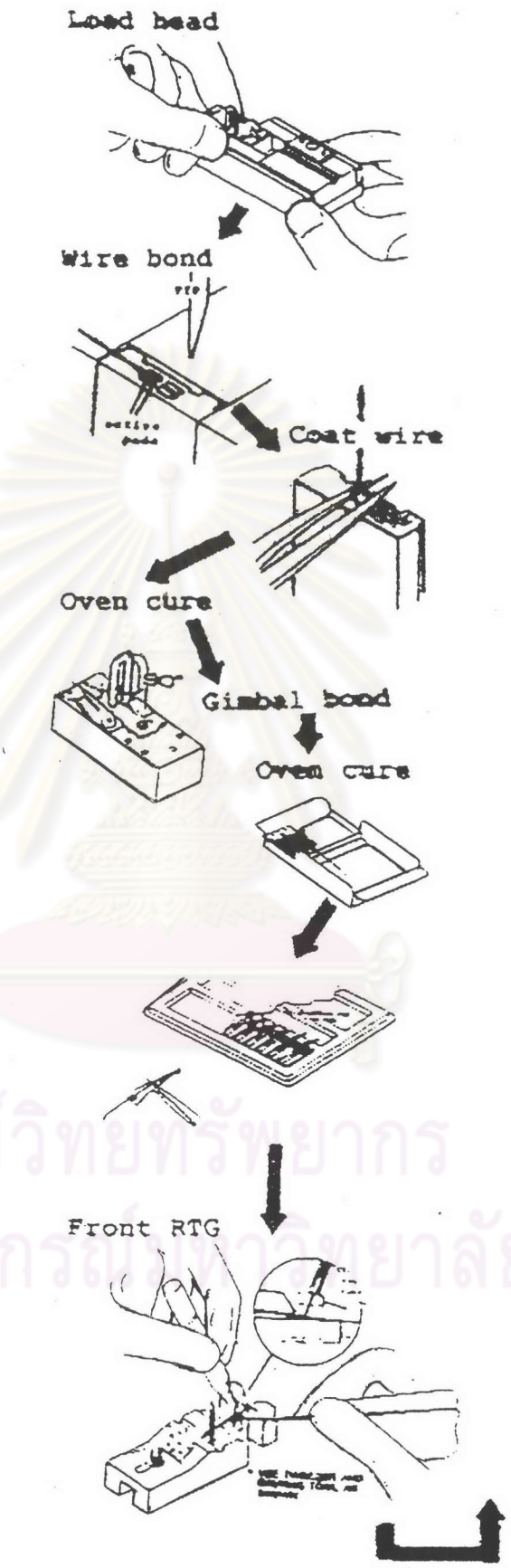
ในแต่ละขั้นตอนการผลิตจะใช้คนเป็นผู้ประกอบชิ้นงานโดยอาศัยฟิ๊กเจอร์ชนิดต่างๆเป็นตัวช่วยยึดจับชิ้นงานเพราะว่าชิ้นงานมีขนาดเล็กมากและเพื่อเป็นการกำหนดตำแหน่งที่ถูกต้องในการประกอบ ในการประกอบชิ้นส่วนต่างๆของ HGA นั้นค่าความถูกต้องและความแม่นยำมีความต้องการสูงมากๆและนับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญเพราะจะส่งผลต่อคุณภาพและข้อกำหนดของ HGA ดังนั้นถ้าตำแหน่งของส่วนประกอบผิดพลาดไปเพียงเล็กน้อยก็จะส่งผลทำให้ชิ้นงานใช้ไม่ได้

ดังได้กล่าวไว้แล้วข้างต้นว่าผลิตภัณฑ์ HGA และส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ HGAมีขนาดเล็กมากดังนั้นในการประกอบชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์เข้าด้วยกันและการตรวจสอบข้อบกพร่องต่างๆบนชิ้นงานไม่สามารถที่จะประกอบหรือตรวจสอบได้ด้วยตาเปล่าจำเป็นจะต้องประกอบและตรวจสอบภายใต้กล้องกำลังขยาย 30 เท่า และสภาพแวดล้อมก็นับว่ามีความสำคัญอย่างมากต่อผลิตภัณฑ์ HGA เพราะว่ามีผลต่อคุณภาพและข้อกำหนดของ HGA ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการควบคุมสภาพแวดล้อมให้อยู่ภายใต้ข้อกำหนดโดยสภาพแวดล้อมที่ต้องควบคุมก็คืออุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และจำนวนฝุ่นละอองที่เหมาะสม ซึ่งจะเรียกห้องที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมเช่นนี้ว่า ห้องสะอาดหรือ Clean Room และอีกสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญมากและสามารถที่จะลายชิ้นงาน HGA ได้ก็คือ ความไวต่อกระแสไฟฟ้าสถิตย์ ดังได้กล่าวไว้แล้วว่า HGA



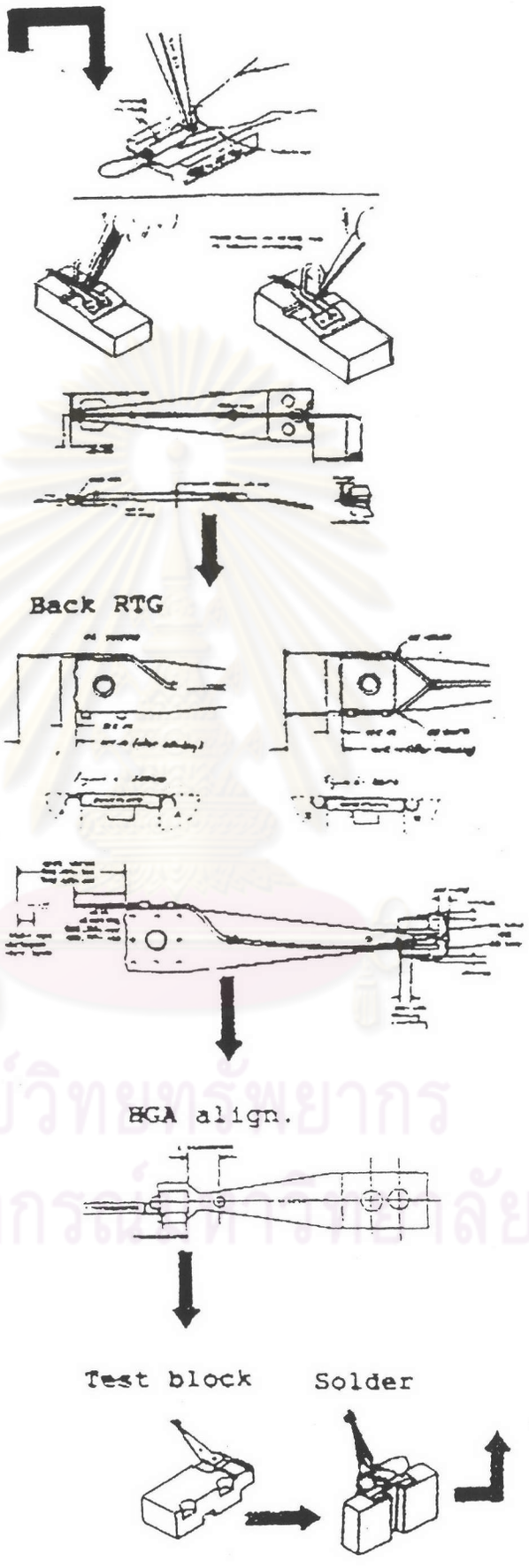
รูปที่ 4.1 กระบวนการผลิต HGA แบบการผลิตด้วยมือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



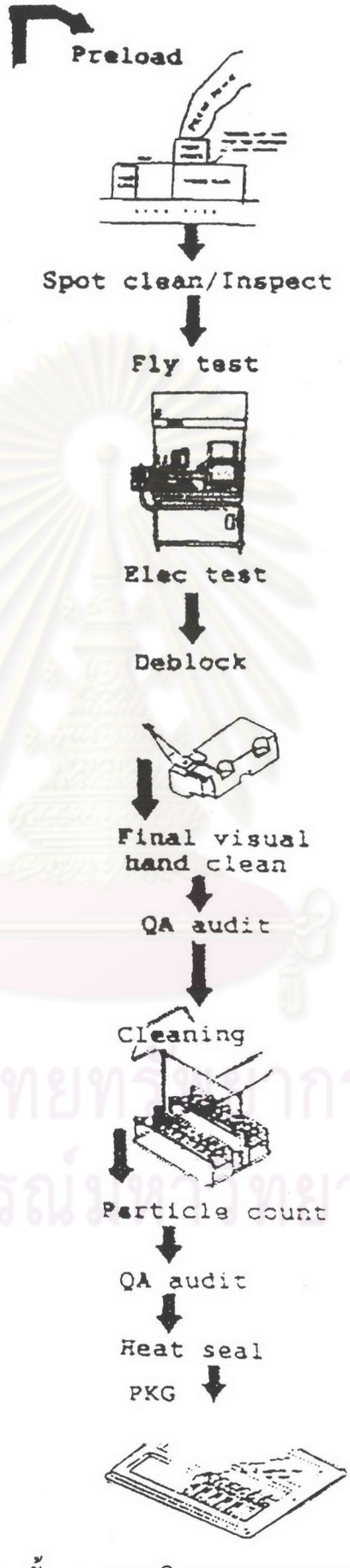
รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการผลิต HGA แบบการผลิตด้วยมือ (1)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการผลิต HGA แบบการผลิตด้วยมือ (2)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการผลิต HGA แบบการผลิตด้วยมือ (3)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยอย่าง MR และ GMR จะมีความไวต่อกระแสไฟฟ้าสถิตย์สูงมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องควบคุมการเกิดกระแสไฟฟ้าสถิตย์ให้น้อยลงที่สุดและป้องกันกระแสไฟฟ้าสถิตย์ที่เกิดขึ้นแล้วไม่ให้ทำลายชิ้นงาน HGA ดังนั้นพนักงานที่ทำการผลิตหรือผู้ที่เกี่ยวข้องที่เข้าไปใน Clean Room จะต้องสวมชุดสม็อก ถุงมือยาง ผ้าปิดปาก ถุงรองเท้า เพื่อป้องกันการสัมผัสกับชิ้นงานโดยตรง และเพื่อควบคุมฝุ่นละออง ความสะอาด ความชื้น ภายในห้องการผลิตให้ได้ตามข้อกำหนด นอกจากนั้นพนักงานยังต้องสวมใส่สายรัดข้อมือและข้อเท้าซึ่งเป็นสายรัดที่ทำการถ่ายประจุไฟฟ้าสถิตย์จากพนักงานหรือการกระทำอันก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าสถิตย์จากตัวพนักงานให้ลงกราวด์เพื่อไม่ให้กระแสไฟฟ้าสถิตย์ที่เกิดนั้นทำลายชิ้นงาน

4.1.1 <u>รายละเอียดของกระบวนการผลิต HGA</u>

กระบวนการผลิตทั้ง 23 ขั้นตอน มีรายละเอียดพอสังเขปดังต่อไปนี้

<u>ขั้นตอนที่</u>	<u>ชื่อขั้นตอน</u>	<u>รายละเอียดของขั้นตอนการผลิต</u>
ขั้นตอนที่ 1	LOAD HEAD	เป็นการนำชิ้นส่วนที่ 1 คือ Slider ใส่ลงในฟิ๊กเจอร์พาหะ ซึ่งเรียกว่า Jit Tool เพื่อนำไปประกอบในขั้นตอนถัดไป
ขั้นตอนที่ 2	WIRE BOND	เป็นการนำเอาชิ้นส่วนที่ 2 คือ WIRE มาประกอบกับ Slider ซึ่งถูกใส่อยู่ในฟิ๊กเจอร์พาหะ Jit Tool โดยวิธีการเชื่อมซึ่งใช้เครื่องอุลตร้าโซนิคเป็นอุปกรณ์การเชื่อม
ขั้นตอนที่ 3	COAT WIRE	เป็นการนำเอากาวอีป๊อกซี่มาทาทับบริเวณตำแหน่งที่สายไฟถูกเชื่อมติดกับ Slider ในสถานีงานที่ 2 เพื่อให้จุดเชื่อมมีความแข็งแรงและป้องกันไม่ให้บริเวณเชื่อมสัมผัสกับอากาศ เพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชั่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนที่ 4	GIMBAL BOND	เป็นการนำเอาชิ้นส่วนที่ 3 คือ Flexure มาประกอบติดกับ Slider ที่ผ่านการประกอบด้วยการเชื่อมกับ Wire มาแล้ว โดยในการประกอบ Flexure เข้ากับ Slider จะใช้กาวอีป๊อกซี่เป็นตัวเชื่อมประสานโดยทากาวที่ตำแหน่งที่กำหนดบน Flexure และประกบ Flexure ติดเข้ากับSlider ตามตำแหน่งที่กำหนดโดยอาศัยฟิ๊กเจอร์ในการประกบ เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้องและส่งชิ้นงานที่ประกบแล้วเข้าอบในเตาอบระบบสายพานเพื่อให้กาวอีป๊อกซี่แห้งสนิทเพราะกาวอีป๊อกซี่ต้องการอุณหภูมิเพื่อทำให้แห้ง
ขั้นตอนที่ 5	OVEN CURE	เป็นการนำเอาชิ้นงานเข้าเตาอบเพื่อให้กาวอีป๊อกซี่แห้ง
ขั้นตอนที่ 6	ROUTING	เป็นการจัดสายไฟ (Wire) ที่ถูกเชื่อมกับ Slider มาวางในตำแหน่งที่ถูกต้องบน Flexure โดยอาศัยครีบของ Flexureในการยึดจับ Wire และถอดชิ้นงานที่ประกอบอยู่ในรูปของ HGA เรียบร้อยแล้วออกจากฟิ๊กเจอร์พาหะ Jit Tool โดยนำชิ้นงานใส่ในภาชนะที่จัดไว้และJit Tool จะถูกส่งกลับไปยังสถานีที่ 1เพื่อเริ่มต้นการประกอบใหม่
ขั้นตอนที่ 7	HGA ALIGNMENT	เป็นการวัดค่าแนวการวางตัว (Alignment)ของ Slider บน Flexure ทั้งในแนวแกน X และในแนวแกน Y โดยเป็นการสุ่มวัดประมาณ 2%
ขั้นตอนที่ 8	Blocking	เป็นการนำเอาชิ้นงานที่ผ่านสถานีงานที่ 6 เรียบร้อยแล้วมาประกอบติดบนฟิ๊กเจอร์พาหะตัวใหม่ ชื่อ Test Block โดยการใช้สกรูเป็นตัวยึดจับชิ้นงานให้ติดกับฟิ๊กเจอร์พาหะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนที่ 9	SOLDERING	เป็นการบัดกรีสายไฟจากตัวชิ้นงานให้ติดกับตัวฟิ๊กเจอร์พาหะ เพื่อให้กระแสสามารถผ่านได้ครบวงจร พร้อมสำหรับสถานีงานถัดไปที่จะทำการทดสอบค่าทางไฟฟ้า
ขั้นตอนที่ 10	DC TEST	เป็นการทดสอบว่าการเชื่อมสายไฟของ HGA ที่ติดกับฟิ๊กเจอร์พาหะชื่อ Test Block ดีหรือไม่
ขั้นตอนที่ 11	CORE TO COIL TEST	เป็นการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของหัวอ่าน
ขั้นตอนที่ 12	AUTOGRAMMER	เป็นการวัดค่าแรงยืดหยุ่นของ Flexure ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ HGA Flexure จะเป็นเสมือนสปริงแผ่นซึ่งจะมีความยืดหยุ่นและค่าคงที่เหมือนสปริงจึงทำให้ HGA สามารถที่จะบินอยู่เหนือแผ่นดิสก์ได้ด้วยการอาศัยแรงลมจากการหมุนของแผ่นข้อมูลและความยืดหยุ่นของFlexure ซึ่งค่าแรงยืดหยุ่นนี้จะมีผลต่อระยะการบินของ HGA สถานีงานนี้จะวัดและปรับค่าแรงยืดหยุ่นของชิ้นงานให้อยู่ในช่วงที่กำหนด
ขั้นตอนที่ 13	STATIC ROLL ADJUST	เป็นการวัดค่าการเอียงตัวของ HGA ซึ่งการเอียงตัวนี้จะทำมุมกับระนาบในแนวแกนXโดยอาศัยหลักการสะท้อนของแสงในการวัด
ขั้นตอนที่ 14,15	SPOT CLEAN	เป็นการทำความสะอาดชิ้นงาน จัดลักษณะของสายไฟให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องอีกครั้ง และตรวจดูรอยตำหนิข้อบกพร่องต่างๆ บนตัวชิ้นงานโดยการใช้น้ำยาในการทำความสะอาด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนที่ 16	SHEAR TEST	เป็นการทดสอบวัดค่าความแข็งแรงของการประกอบระหว่าง Flexure กับ Slider ตรงส่วนที่ติดกันด้วยกาวว่าจุดเชื่อมมีความแข็งแรงตามข้อกำหนดหรือไม่ ซึ่งเป็นการทดสอบแบบทำลาย
ขั้นตอนที่ 17	FLY TEST	เป็นการวัดระดับความสูงของการบินของ HGA ที่อยู่เหนือแผ่นข้อมูลว่าได้ตามข้อกำหนดหรือไม่
ขั้นตอนที่ 18	ELECTRICAL TEST	เป็นการวัดคุณสมบัติของหัวบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าที่เกี่ยวกับการเขียนข้อมูลลงบนแผ่นข้อมูลและการอ่านข้อมูลจากแผ่นข้อมูล รวมทั้งดูลักษณะของสัญญาณทางแม่เหล็กไฟฟ้าและการตอบสนองต่างๆ เช่นความสูงของค่าแอมปลิจูด ความกว้างของช่วงคลื่น ว่าได้ตามข้อกำหนดหรือไม่
ขั้นตอนที่ 19	DEBLOCK	เป็นการนำตัวชิ้นงานออกจากฟิ๊กเจอร์พาหะชื่อ Test Block หลังจากผ่านสถานีงานที่ 18 มาแล้ว
ขั้นตอนที่ 20	FINAL VISUAL	เป็นการตรวจสอบชิ้นงานและการตรวจหาข้อบกพร่องเป็นขั้นตอนสุดท้ายด้วยกล้องกำลังขยาย 30 เท่า เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อย
ขั้นตอนที่ 21	AQUEOUS CLEANING	เป็นการล้างชิ้นงานในเครื่องล้างระบบอัตโนมัติด้วยน้ำ Deionizing water
ขั้นตอนที่ 22	FINAL CLEAN AUDIT	เป็นการตรวจสอบแบบสุ่มชิ้นงานเพื่อเช็คความสะอาดหลังจากผ่านการล้างในสถานีงานที่ 21

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนที่ 23	PACKING	เป็นการบรรจุชิ้นงานลงในภาชนะสำหรับจัดเก็บเพื่อส่งไปเก็บที่คลังเก็บเพื่อรอส่งไปยังขั้นตอนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ต่อไปยังอีกโรงงานหนึ่ง

จากขั้นตอนทั้งหมด 23 ขั้นตอนในกระบวนการผลิตนั้นในขั้นตอนที่7HGA Alignment ขั้นตอนที่ 17 FLY TEST และขั้นตอนที่ 21 FINAL CLEAN AUDIT เป็นการสุ่มชิ้นงานมาเพื่อทำการตรวจสอบแบบทำลาย ชิ้นงานที่นำมาทดสอบจะต้องเสียหายไป ดังนั้นจึงสามารถที่จะใช้ชิ้นงานที่เป็นชิ้นงานที่เสียหายแล้วแต่ไม่เกี่ยวข้องกับจุดที่ต้องการทดสอบมาทดสอบได้เพราะเป็นการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของกาวอีป๊อกซี่ที่ใช้ยึดชิ้นส่วนของFlexureกับSliderเข้าด้วยกัน

4.1.2 <u>ลักษณะของสายการผลิต</u>

สายการผลิตหัวอ่านและบันทึกข้อมูล (HGA) ในโรงงานตัวอย่างนี้จะจัดอยู่ในลักษณะของสายงานประกอบ (Assembly line) โดยแบ่งออกเป็นเซลย่อยๆ ในแต่ละเซลสายการผลิตจะจัดสถานีงานเรียงตามขั้นตอนของการบวนการผลิตโดยเริ่มจากขั้นตอนแรก คือ LOAD HEADจนถึงขั้นตอนสุดท้ายคือ PACK อย่างไรก็ตามมีบางขั้นตอนของกระบวนการผลิตที่สามารถใช้เครื่องจักรร่วมกับร่วมกับ HGA รุ่นอื่นๆได้จะถูกแยกออกจากเซลสายการผลิตไปจัดไว้ที่ศูนย์กลางเพื่อใช้ร่วมกันระหว่างการผลิต HGA ในหลายๆรุ่น และเป็นขั้นตอนที่เป็นเพียงการสุ่มเท่านั้นไม่ใช่การทำร้อยเปอร์เซ็นต์

ในแต่ละเซลสายการผลิตจะถูกจัดวางด้วยพื้นที่เท่ากันเป็นมาตรฐาน ถึงแม้ว่าจะเป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ HGA ที่ต่างรุ่นกัน แต่จำนวนขั้นตอนในกระบวนการผลิตจะไม่แตกต่างกันมากนัก ทำให้พื้นที่ของแต่ละเซลสายการผลิตที่วางไว้ในปัจจุบัน สามารถใช้ในการผลิต HGA ในรุ่นหลากหลายได้ แต่อาจจะต้องมีการสับเปลี่ยนการวางสถานีงานในตำแหน่งที่แตกต่างกัน เพื่อให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิตของ HGA รุ่นนั้น แต่ก็จะมีการสับเปลี่ยนสถานีงานไม่มากนัก เพราะส่วนใหญ่จะมีขั้นตอนการผลิตที่เหมือนๆกันหมด

จำนวนสถานีงานที่จัดไว้ในแต่ละเซลสายการผลิตได้มาจากการคำนวณจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) เพื่อให้การผลิตชิ้นงานได้ตามรอบเวลาที่กำหนด และมีความสมดุลของกำลังการผลิตในทุกๆขั้นตอนงานมากที่สุดจำนวนสถานีงานทั้งหมดจะต้องสามารถถูกจัดวางลงในพื้นที่ของแต่ละเซลที่มีอยู่อย่างจำกัดได้ ทุกครั้งที่มีการจัดสมดุลสายการผลิตจะต้องคำนึงถึงพื้นที่เป็นสิ่งสำคัญ

การเพิ่มกำลังการผลิตของ HGA ในแต่ละรุ่นก็หมายถึง การเพิ่มจำนวนเซลสายการผลิตนั่นเอง และแน่นอนการเพิ่มจำนวนเซลสายการผลิตก่อให้เกิดการลงทุนเพิ่มในเครื่องจักรอุปกรณ์การผลิต ดังนั้น จะเห็นว่าถ้าไม่มีวิธีการหรือเทคโนโลยีการผลิตใหม่ๆที่สามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้มากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่คือการใช้คนในการผลิต ก็จะต้องทำให้มีจำนวนเซลเพิ่มขึ้นจำนวนมากเพราะว่าความต้องการ HGA ของตลาดนั้นมีมากขึ้นทุกวัน และถ้าพื้นที่ไม่เพียงพอก็จำเป็นที่จะต้องทำการขยายโรงงานซึ่งจะต้องใช้จำนวนเงินในการลงทุนสูง

พื้นที่ของเซลสายการผลิตในปัจจุบันไม่สามารถขยายเพิ่มเติมได้เนื่องจากข้อจำกัดเกี่ยวกับผังโรงงานที่ถูกออกแบบและกำหนดไว้ตั้งแต่เริ่มสร้างโรงงานพื้นที่ของแต่ละเซลสายการผลิตปัจจุบันได้ถูกวางไว้ที่ 83 ตารางเมตร

ขั้นตอนการผลิตที่สถานีงานถูกจัดไว้ในเซลสายการผลิต ประกอบด้วย

ขั้นตอนที่	ขั้นตอนการผลิต	จำนวนสถานีงานในเซลการผลิตในปัจจุบัน
1	LOAD HEAD	2
2	WIRE BOND	2
3	COAT WIRE	3
4	GIMBAL BOND	3
5	OVEN CURE	1
6	ROUTING	4
8	BLOCKING	2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9	SOLDERING	3
10	DC TEST	1
11	CORE TO COIL TEST	1
12	AUTOGRAMMER	2
13	STATIC ROLL	1
14,15	SPOT CLEAN	4
19	DEBLOCK	2
20	FINAL VISUAL	5
22	FINAL CLEAN AUDIT	1
23	PACKING	1

ขั้นตอนการผลิตที่สถานีงานถูกจัดไว้ที่ศูนย์กลางนอกเซลสายการผลิต เพื่อใช้ร่วมกับการผลิต HGA รุ่นอื่นๆ ประกอบด้วยคือ

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน
7	HGA ALIGNMENT
16	SHEAR TEST
17	FLY TEST
18	ELECTRICAL TEST
21	AQUEOUS CLEANING

ในแต่ละเซลสายการผลิตของผลิตภัณฑ์ HGA รุ่นเดียวกันจะมีการวางผังสถานีงานเหมือนกันทุกประการในกรณีที่ความต้องการรุ่นนั้นลดลงเซลสายการผลิตก็จะถูกจัดสถานีงานใหม่ให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิตของ HGA รุ่นใหม่ ที่จะไปใช้เซลสายการผลิตนั้นๆในกรณีที่กระบวนการผลิตเหมือนกันก็อาจจะใช้เซลสายการผลิตนั้นได้โดยไม่ต้องมีการจัดผังใหม่อย่างไรก็ตามถึงแม้ผลิตภัณฑ์HGA ทั้งสองจะมีขั้นตอนการผลิตเหมือนกันทุกประการ แต่ก็อาจจะต้องการจำนวนสถานีงานในแต่ละขั้นตอนการผลิตที่แตกต่างกันแต่ก็มีจำนวนไม่มากนักเพราะส่วนใหญ่แล้วจะเหมือนๆกัน

การผลิตจะเริ่มจากขั้นตอนแรกคือ LOAD HEAD และส่งต่อไปยังสถานีงานถัดไป ซึ่งถูกวางผังให้เรียงตามลำดับของกระบวนการผลิต เมื่อถึงขั้นตอนการผลิตที่ต้องแยกออกไปทำยังสถานีที่เป็นศูนย์กลาง ก็จะมีพนักงานโดยเฉพาะคอยยกงานไปส่งยังสถานีงานนั้น และยกกลับเข้ามาคืนในเซลสายการผลิตเมื่อทดสอบเสร็จ ลักษณะงานจะเป็นเช่นนี้จนถึงขั้นตอนสุดท้ายคือ PACKING หลังจากนั้นจึงทำการส่งชิ้นงานที่บรรจุเรียบร้อยส่งกลับในสายพานลำเลียงไปสู่ห้องเก็บ

4.1.3 <u>เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต</u>

ในแต่ละขั้นตอนการผลิตจะประกอบด้วยสถานีงานย่อย ซึ่งจำนวนสถานีงานย่อยที่จัดวางไว้ได้จากการทำสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) จำนวนเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนการผลิต จะเท่ากับจำนวนสถานีงาน

อุปกรณ์ที่ ใช้ในการผลิตโดยส่วนใหญ่จะเป็นประเภทจิ๊กและฟิ๊กเจอร์ซึ่งต้องทำมาเป็นพิเศษโดยมีความคลาดเคลื่อนและระยะเผื่อน้อยมากๆโดยมีหน่วยเป็นพันในนิ้วซึ่งจะต้องอยู่ภายใต้ข้อกำหนดรายละเอียด (Specification) ที่เคร่งครัด ประเภทจิ๊กและฟิ๊กเจอร์ที่ใช้ในเซลสายการผลิตสามารถแบ่งประเภทได้ดังต่อไปนี้

1. ฟิ๊กเจอร์ประเภทพาหะ เป็นฟิ๊กเจอร์ที่ใช้จับยึดชิ้นงานและจะถูกเคลื่อนย้ายไปพร้อมกับชิ้นงาน เพื่อไปประกอบตามขั้นตอนต่างๆในแต่ละสถานีงาน มีอยู่ 2 ชนิด คือ

1.1. ฟิ๊กเจอร์ชื่อ Jit Tool จะทำหน้าที่เป็นฟิ๊กเจอร์พาหะตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 (Load Head) จนถึงขั้นตอนที่ 5 ในสายการผลิตส่วนหน้า โดยชิ้นงานจะถูกถอดออกจาก Jit Tool และถูกส่งกลับไปใช้ใหม่ที่สถานีงานที่ 1 โดยใช้ระบบสายพานลำเลียง

1.2. ฟิ๊กเจอร์ชื่อ Test Block จะทำหน้าที่เป็นฟิ๊กเจอร์พาหะตั้งแต่ขั้นตอนที่ 6 (Blocking) จนถึงขั้นตอนที่ 18 ในสายการผลิตส่วนหลัง โดยชิ้นงานจะถูกออกจาก Test Block และวนกลับไปใช้ใหม่ในขั้นตอนที่ 6 โดยอาศัยพนักงานเป็นผู้ยกกลับไปเพราะว่ามีระยะทางใกล้กัน

2. ฟิ๊กเจอร์ประเภทอยู่ประจำสถานีงานผลิต จะทำหน้าที่จับยึดตัวฟิ๊กเจอร์พาหะให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการเพื่อประกอบชิ้นส่วนหรือวัตถุประสงค์อื่นๆตามลักษณะงานของแต่ละสถานีงานโดยเฉพาะ

นอกจากฟิ๊กเจอร์ทั้งสองประเภทแล้วยังมีเครื่องจักรและอุปกรณ์อื่นที่ใช้ในการผลิตอีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งแสดงรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการผลิตที่ 1 : LOAD HEAD

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. กล้องกำลังขยายขนาด 30 เท่า
2. ฟิ๊กเจอร์พาหะชื่อ Jit Tool
3. ฟิ๊กเจอร์ชื่อ Head Loader
4. ตัวจับชิ้นงาน
5. ถาดสำหรับใส่ Jit Tool ทีละ 5 ตัว

ขั้นตอนการผลิตที่ 2 : WIRE BOND

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. เครื่องเชื่อมเส้นสายไฟระบบอุลตร้าโซนิค ภายใต้กล้องกำลังขยายขนาด 30 เท่า

ขั้นตอนการผลิตที่ 3 : COAT WIRE

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. กล้องกำลังขยายขนาด 30 เท่า
2. ฟิ๊กเจอร์ชื่อ Coating nest
3. เครื่องควบคุมขนาดหยดของกาวอีป๊อกซี่
4. เข็มและชุดอุปกรณ์บรรจุกาวอีป๊อกซี่
5. เข็มปลายแหลมสำหรับจัดตำแหน่งสายไฟ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการผลิตที่ 4 : GIMABL BOND

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. กล้องกำลังขยายขนาด 30 เท่า
2. ฟิ๊กเจอร์ชื่อ Flipper
3. เครื่องควบคุมขนาดหยดของกาวอีป๊อกซี่
4. เข็มและชุดอุปกรณ์บรรจุกาวอีป๊อกซี่

ขั้นตอนการผลิตที่ 5 : OVEN CURE

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. เตาอบระบบสายพานเคลื่อนที่
2. พัดลมสำหรับเป่าชิ้นงานให้เย็นตัวหลังการอบ

ขั้นตอนการผลิตที่ 6 : WIRE ROUTING

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. กล้องกำลังขยาย 30 เท่า
2. ฟิ๊กเจอร์ชื่อ Routing fixture
3. ปากคีบสำหรับจับสายไฟ

ขั้นตอนการผลิตที่ 7 : HGA ALIGNMENT

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. เครื่อง Profile projector

ขั้นตอนการผลิตที่ 8 : BLOCKING

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. ฟิ๊กเจอร์พาหะชื่อ Test Block
2. ฟิ๊กเจอร์ชื่อ Blocking alignment
3. สกรูไดร์ฟเวอร์ชนิดปรับค่าแรงบิดได้
4. ถาดใส่สกรู
5. ปากคีบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการผลิตที่ 9 : SOLDERING

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. กล้องกำลังขยาย 30 เท่า
2. ชุดอุปกรณ์การบัดกรี หัวแร้ง เครื่องควบคุมอุณหภูมิ
3. ฟิ๊กเจอร์ชื่อ Soldering fixture
4. ปากคีบ
5. อุปกรณ์ดูดควันตะกั่ว

ขั้นตอนการผลิตที่ 10 : DC TEST

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. ฟิ๊กเจอร์ชื่อ DC Fixture
2. มัลติมิเตอร์

ขั้นตอนการผลิตที่ 11 : CORE TO COIL TEST

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. ฟิ๊กเจอร์ชื่อ Core to coil fixture
2. เครื่องวัดค่า Core to coil

ขั้นตอนการผลิตที่ 12 : AUTOGRAMMER

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. เครื่อง Autogrammer สำหรับวัดค่าความเป็นสปริงตัวชิ้นงาน
2. คอามพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของ Autogrammer

ขั้นตอนการผลิตที่ 13 : STATIC ROLL ADJUST

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. ฟิ๊กเจอร์ชื่อ Angle block
2. อุปกรณ์กำเนิดเลเซอร์และตู้มืดพร้อมอุปกรณ์สะท้อนแสง
3. ฉากรับแสงสะท้อน
4. แว่นตา UV ป้องกันแสงสะท้อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการผลิตที่ 14,15 : SPOT CLEAN

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. กล้องกำลังขยายขนด 30 เท่า
2. ฟิ๊กเจอร์ชื่อ Spot clean fixture
3. ชุดอุปกรณ์ทำความสะอาดชิ้นงาน
4. เข็มปลายแหลมสำหรับจัดสายไฟ

ขั้นตอนการผลิตที่ 16 : SHEAR TEST

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. เครื่องวัดแรงเค้นบนชิ้นงาน

ขั้นตอนการผลิตที่ 17 : FLY TEST

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. เครื่อง Fly tester สำหรับวัดค่าความสูงของ HGA ขณะบินอยู่เหนือแผ่นข้อมูล

ขั้นตอนการผลิตที่ 18 : ELECTRICAL TESSTER

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. เครื่อง Electrical tester สำหรับวัดค่าฟังก์ชั่นทางไฟฟ้าแม่เหล็กของการอ่านและบันทึก

ขั้นตอนการผลิตที่ 19 : DEBLOCK

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. สกรูไดร์ฟเวอร์
2. กรรไกรเล็กสำหรับตัดสายไฟ
3. ฟิ๊กเจอร์ชื่อ Deblock fixture

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการผลิตที่ 20 : FINAL VISUAL

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. กล้องกำลังขยาย 30 X
2. ชุดอุปกรณ์ทำความสะอาดชิ้นงาน

ขั้นตอนการผลิตที่ 21 : AQUEOUS CLEAN

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. เครื่องล้างชิ้นงานด้วยน้ำสะอาดปราศจากสาร CFC
2. ตระกร้าสำหรับใส่ชิ้นงาน
3. ถาดสำหรับใส่ตัวชิ้นงาน

ขั้นตอนการผลิตที่ 22 : FINAL CLEAN AUDIT

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. กล้องกำลังขยายขนาด 30 เท่า

ขั้นตอนการผลิตที่ 23 : PACKING

อุปกรณ์และฟิ๊กเจอร์ที่ใช้

1. เครื่องบรรจุระบบสูญญากาศ

3.2 <u>การจำแนกประเภทของงาน</u>

จากการศึกษาวิธีการทำงานโดยละเอียดของทั้ง 23 ขั้นตอน ในกระบวนการผลิต HGA นั้นพบว่า งานได้ถูกแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

<u>ประเภทที่ 1</u> เวลาที่ใช้ในการทำงานของขั้นตอนการผลิตนั้นๆขึ้นอยู่กับความเร็วในการทำงานของคน ดังนั้น งานประเภทนี้จะต้องอาศัยความสามารถ ความชำนาญ และ ประสบการณ์ของพนักงานเป็นหลัก ซึ่งวิธีการทำงานและเวลาการทำงานต่อชิ้นจะเปลี่ยนแปลงไปอยู่ตลอดเวลา ทำให้มีค่าความแปรปรวนของเวลาในการทำการผลิตต่อชิ้นสูง พนักงานแต่ละคนอาจจะมีอัตราเร็ว ความสามารถเฉพาะตัวในการทำงานที่แตกต่างกัน และยิ่งไปกว่านั้นจะขึ้นอยู่กับ สภาพอารมณ์

สภาพร่างกายและความตั้งใจในการทำงานของพนักงานด้วย ซึ่งนอกจากจะส่งผลกระทบต่อเวลาการทำงานและอัตราผลผลิตแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพของชิ้นงานอีกด้วย

ประเภทที่ 2 เวลาที่ใช้ในการทำงานของขั้นตอนการผลิตนั้นๆขึ้นอยู่กับเวลาของเครื่องจักร พนักงานเพียงแต่ทำหน้าที่ป้อนชิ้นงานเข้าและนำชิ้นงานออกจากเครื่องจักรเท่านั้น แต่ขั้นตอนการผลิตที่จัดอยู่ในประเภทนี้มีน้อยมากเมื่อเทียบกับประเภทที่ 1

งานโดยส่วนใหญ่ของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการผลิต HGA นั้นจะเป็นประเภทที่ 1 ดังนั้น จึงจะเป็นการยากที่จะควบคุมไม่ให้เกิดความแปรปรวนของเวลามาตรฐานต่อชิ้นในการผลิต ซึ่งจะมีผลกระทบต่ออัตราผลผลิต และ คุณภาพของชิ้นงาน

ขั้นตอนการผลิตที่จัดเป็นงานประเภทที่ 1 มีดังต่อไปนี้ คือ LOAD HEAD, WIRE BOND, COAT WIRE, GIMBAL BOND, ROUTING , BLOCKING, SOLDERING, DC TEST, CORE TO COIL TEST, AUTOGRAMMER, SPOT CLEAN #1,#2, STATIC ROLL #1,#2, DEBLOCK, FINAL VISUAL, FINAL CLEAN AUDIT และ PACKING

ขั้นตอนการผลิตที่จัดเป็นงานประเภทที่ 2 มีดังต่อไปนี้คือ HGA ALIGNMENT, FLY TEST, ELECTRICAL TEST, SHEAR TEST และ AQUEOUS CLEANING

ซึ่งการที่จะนำเอาระบบการผลิตแบบกึ่งอัตโนมัติมาแทนที่นั้นจึงจะเป็นการแทนที่งานประเภทที่ 1 ซึ่งเป็นการผลิตโดยอาศัยคน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 ข้อมูลของการผลิต (HGA) ด้วยมือในด้านของ ต้นทุน อัตราผลผลิต และเปอร์เซ็นต์ของเสีย

ในการศึกษาและรวบรวมข้อมูลของการผลิต (HGA) แบบการผลิตด้วยมือในด้านของต้นทุน อัตราผลผลิต และเปอร์เซ็นต์ของเสียเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการทำวิจัย โดยได้ทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 2 ไตรมาสคือตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2539 (ไตรมาสที่ 1 เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกรกฎาคม ไตรมาสที่2 เดือนสิงหาคม ถึง เดือน ตุลาคม) และในการเก็บข้อมูลจะเก็บมาจากหนึ่งสายการผลิตซึ่งเป็นสายการผลิตที่ทางผู้ทำการวิจัยได้เตรียมการเอาไว้สำหรับเก็บข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบกับการผลิตแบบกึ่งอัตโนมัติซึ่ง ณ เดือนพฤษภาคมนั้น การผลิตแบบกึ่งอัตโนมัติยังไม่ได้เริ่มการผลิตและเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเมื่อเวลาเปลี่ยนไปเพื่อความมั่นใจในข้อมูลที่จะนำมาเปรียบเทียบกับการผลิตแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยสายการผลิตที่เลือกมานี้ได้มีประสิทธิภาพ คุณภาพในการผลิตอยู่ในค่าเฉลี่ยของสายการผลิตทั้งหมด

4.3.1 การเก็บข้อมูลด้านต้นทุนการผลิต

จากการเก็บข้อมูลของต้นทุนการผลิตจะมีบางส่วนที่เหมือนกันและบางส่วนที่ต่างกันโดยส่วนที่เหมือนกันนี้นี้นจะเหมือนกับข้อมูลต้นทุนการผลิตในบทที่ 6 ซึ่งจะไม่ขอกล่าวถึงในที่นี้แต่จะขอกล่าวเฉพาะส่วนที่ต่างกันเท่านั้น ในส่วนที่เหมือนกันและเหมือนกับข้อมูลในบทที่ 6 จะขอนำเอามาใช้เลย

1. การวิเคราะห์ต้นทุนแปรผัน

ในการผลิต HGA แบบการผลิตด้วยมือสามารถแยกแยะต้นทุนแปรผันออกได้ดังนี้คือ

1. วัตถุดิบทางตรง
2. ค่าโสหุ้ย
   - 2.1 วัตถุดิบทางอ้อม
   - 2.2 วัสดุสิ้นเปลือง
   - 2.3 ค่าโสหุ้ยต่างๆ (พลังงานต่างๆ เช่น น้ำ ไฟ โทรศัพท์ และอื่นๆ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. วัตถุดิบทางตรง

ผลิตภัณฑ์ HGA เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบที่เป็นวัตถุดิบทางตรงอยู่เพียง 3 อย่างเท่านั้นดังได้กล่าวไว้ในบทที่ 4 แล้วและได้แสดงรูปส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ HGAไว้ในรูปที่ 1.1 ดังนั้นวัตถุดิบทางตรงในการประกอบผลิตภัณฑ์ HGA แบบการผลิตด้วยมือมีดังนี้คือ

วัตถุดิบทางตรง	จำนวนหน่วยต่อ HGA	ราคา (เหรียญสหรัฐ) / (บาท)
SLIDER	1	2.57 / 65.535
FLEXURE	1	0.70 / 17.85
WIRE ASSY	1	0.09 / 2.295

ค่าวัตถุดิบทางตรงรวมต่อหน่วย HGA = 3.36 เหรียญสหรัฐ

= 85.68 บาท

ที่มาของข้อมูล : แผนกบัญชีของโรงงานตัวอย่าง

2. ค่าโสหุ้ย

2.1 วัตถุดิบทางอ้อม

ในการผลิตHGAนั้นนอกจากจะมีวัตถุดิบทางตรงอย่างเช่น SLIDER FLEXURE และ WIRE แล้วในการประกอบหรือผลิต HGA ยังจำเป็นจะต้องมีวัตถุดิบทางอ้อมซึ่งใช้ในการประกอบในสายการผลิตด้วยเช่นกันโดยที่วัตถุดิบทางอ้อมที่จำเป็นต้องใช้ในการประกอบ HGA มีดังนี้คือ

ไตรมาสที่ 1 (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกรกฎาคม)

วัตถุดิบทางอ้อม	จำนวนที่ใช้ต่อ 1000 HGA	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ราคาต่อ 1000 HGA (บาท)
Conductive Epoxy	3.5	217	759.5
UV Epoxy	4	310	1240
Terminator	500	18.11	9055
Glass Disk for Fly Tester	0.15	3000	450
Media Disk for Electrical Tester	0.28	1500	420

ค่าวัตถุดิบทางอ้อมต่อ 1000 HGA = 11924.5 บาท

ค่าวัตถุดิบทางอ้อมต่อหน่วย HGA = 11.9245 บาท

ที่มาของข้อมูล : แผนพัสดุคงคลัง

ไตรมาสที่ 2 (เดือนสิงหาคม ถึง เดือนตุลาคม)

วัตถุดิบทางอ้อม	จำนวนที่ใช้ต่อ 1000 HGA	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ราคาต่อ 1000 HGA (บาท)
Conductive Epoxy	4	217	868
UV Epoxy	3.8	310	1178
Terminator	500	18.11	9055
Glass Disk for Fly Tester	0.21	3000	630
Media Disk for Electrical Tester	0.28	1500	420

ค่าวัตถุดิบทางอ้อมต่อ 1000 HGA = 12151 บาท

ค่าวัตถุดิบทางอ้อมต่อหน่วย HGA = 12.15 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 วัสดุสิ้นเปลือง

ในการผลิตHGAนั้นนอกจากจะมีวัตถุดิบทางตรงอย่างเช่น SLIDER FLEXURE และ WIRE แและวัตถุดิบทางอ้อมแล้วในการประกอบหรือผลิต HGA ยังจำเป็นจะต้องมีวัสดุสิ้นเปลืองซึ่งใช้ในการประกอบในสายการผลิตด้วยเช่นกันโดยที่วัสดุสิ้นเปลืองที่จำเป็นต้องใช้ในการประกอบ HGA มีดังนี้คือ

ไตรมาสที่ 1 (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกรกฎาคม)

วัสดุสิ้นเปลือง	จำนวนที่ใช้ต่อ 1000 HGA	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ราคาต่อ 1000 HGA (บาท)
Clean Room Paper	7	3	21
Packing Bag	11	37	407
3 CC Syringe	2	3	6
Needle	2	4	8
Dry Ice (Kg)	0.6	12	7.2
Mount Cover Head Cover Boot Cover Plastic Gloove	37 Set	3.75 / Set	138.75

ค่าวัสดุสิ้นเปลืองต่อ 1000 HGA = 587.95 บาท

ค่าวัสดุสิ้นเปลืองต่อหน่วย HGA = 0.58795 บาท

ที่มาของข้อมูล : แผนกพัสดุคงคลังของโรงงานตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไตรมาสที่ 2 (เดือนสิงหาคม ถึง เดือนตุลาคม)

วัสดุสิ้นเปลือง	จำนวนที่ใช้ต่อ 1000 HGA	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ราคาต่อ 1000 HGA (บาท)
Clean Room Paper	6	3	18
Packing Bag	11	37	407
3 CC Syringe	2	3	6
Needle	2	4	8
Dry Ice (Kg)	0.4	12	4.8
Mount Cover	34 Set	3.75 / Set	127.5
Head Cover			
Boot Cover			
Plastic Gloove			

ค่าวัสดุสิ้นเปลืองต่อ 1000 HGA = 571.3 บาท

ค่าวัสดุสิ้นเปลืองต่อหน่วย HGA = 0.5713 บาท

ที่มาของข้อมูล : แผนกพัสดุคงคลังของโรงงานตัวอย่าง

2.3 ค่าโสหุ้ยต่างๆ

ค่าโสหุ้ยต่างๆในที่นี้สามารถแยกออกได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ดังนี้คือ ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ ค่าอื่นๆ ซึ่งจากการเก็บข้อมูลจากแผนกบัญชีของโรงงานตัวอย่างโดยได้ทำการเฉลี่ยเป็นค่าใช้จ่ายต่อเดือนออกมาจากข้อมูลหนึ่งไตรมาสและจากข้อมูลของทุกสายการผลิตจะได้ค่าโสหุ้ยต่างๆเฉลี่ยรายเดือนดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไตรมาสที่ 1 (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือน กรกฎาคม)

ค่าโสหุ้ยต่างๆ	ค่าใช้จ่ายต่อเดือน (บาท)
ค่าไฟฟ้า	2412480
ค่าน้ำ	1388452
ค่าอื่นๆ	801623
รวม	4602555

ที่มาของข้อมูล : แผนกบัญชีของโรงงานตัวอย่าง

ดังนั้นถ้าคิดเป็นค่าโสหุ้ยต่างๆ ต่อเดือน ต่อสายการผลิต จะได้ค่าโสหุ้ยต่างๆ ดังนี้

ค่าโสหุ้ยต่างๆต่อเดือนต่อสายการผลิต = ค่าโสหุ้ยต่างๆต่อเดือนของสายการผลิตทั้งหมด / จำนวนสายการผลิตทั้งหมด

= 4602555 / 80 บาท

= 57531.937 บาท / เดือน

ค่าโสหุ้ยต่างๆ ต่อไตรมาสต่อสายการผลิต = 57531.937 x 3 บาท / ไตรมาส

= 172595.81 บาท / ไตรมาส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไตรมาสที่ 2 (เดือนสิงหาคม ถึง เดือน ตุลาคม)

ค่าโสหุ้ยต่างๆ	ค่าใช้จ่ายต่อเดือน (บาท)
ค่าไฟฟ้า	2428240
ค่าน้ำ	1388952
ค่าอื่นๆ	789658
รวม	4606850

ที่มาของข้อมูล : แผนกบัญชีของโรงงานตัวอย่าง

ดังนั้นถ้าคิดเป็นค่าโสหุ้ยต่างๆ ต่อเดือน ต่อสายการผลิต จะได้ค่าโสหุ้ยต่างๆ ดังนี้

ค่าโสหุ้ยต่างๆต่อเดือนต่อสายการผลิต = ค่าโสหุ้ยต่างๆต่อเดือนของสายการผลิตทั้งหมด / จำนวนสายการผลิตทั้งหมด

= 4606850 / 80 บาท

= 57585.63 บาท / เดือน

ค่าโสหุ้ยต่างๆ ต่อไตรมาสต่อสายการผลิต = 57585.63 x 3 บาท / ไตรมาส

= 172756.89 บาท / ไตรมาส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 <u>เปอร์เซ็นต์ของดี</u>

ในการจัดเก็บเปอร์เซ็นต์ของดีนั้นหรือทางโรงงานจะเรียกว่า (Yield) ซึ่งทางโรงงานได้มีการเก็บมาจากฝ่ายผลิตโดยขั้นตอนของการบันทึกเปอร์เซ็นต์ของดีนั้นจะมีขั้นตอนการจัดเก็บและรายงานดังนี้คือเริ่มต้นจากที่ พนักงานแต่ละคนจะบันทึกจำนวนที่ผลิตและจำนวนของเสียที่เสียในสถานีการทำงานนั้น และ Supervisor ของแต่ละสายการผลิตก็จะนำเอามารวบรวมทั้งหมดและส่งให้หน่วยงานที่ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลจากทั้งหมดทุกสายการผลิตทุกกะทำงานซึ่งเรียกหน่วยงานนี้ว่าReporterGroupโดยจะทำการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดและรายงานผลออกมาทางคอมพิวเตอร์ซึ่งต่อ Net Work เอาไว้โดยการรายงานนั้นจะรายงานแบ่งตามรุ่น โดยแยกออกตามประเภทของการรายงานผลดังนี้คือ แยกตามสายการผลิต แยกตามรุ่นของ HGA รวมทุกสายการผลิตตามรุ่นของHGA โดยรายงานออกมาเป็นกะ เป็นวัน สัปดาห์ และไตรมาส

โดยการรายงานเปอร์เซ็นต์ของดีในที่นี้จะสามารถแยกออกมาเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ และเปอร์เซ็นต์ของดีรวม (Cumulative yield)

เปอร์เซ็นต์ของดีจากการตรวจสอบ (Mechanical yield)	หมายถึง	เปอร์เซ็นต์ของดีที่เกิดจากการประกอบงานและถูกตรวจสอบด้วยสายตา
เปอร์เซ็นต์ของดีจากการทดสอบการบิน (Fly test yield)	หมายถึง	เปอร์เซ็นต์ของดีที่เกิดจากการทดสอบการบิน
เปอร์เซ็นต์ของดีจากการทดสอบค่าทางไฟฟ้า (Electrical test yield)	หมายถึง	เปอร์เซ็นต์ของดีที่เกิดจากการทดสอบค่าทางไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก
เปอร์เซ็นต์ของดีรวม (Cumulative yield)	หมายถึง	เปอร์เซ็นต์ของดีรวมทั้งหมดของสายการผลิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	ไตรมาสที่ 1 (พฤษภาคม - กรกฎาคม)	ไตรมาสที่ 2 (สิงหาคม - ตุลาคม)
เปอร์เซ็นต์ของดีของการตรวจสอบ (Mechanical yield)	85.32 %	85.10 %
เปอร์เซ็นต์ของดีของการทดสอบการบิน (Fly test yield)	100 %	100 %
เปอร์เซ็นต์ของดีของการทดสอบค่าทางไฟฟ้า (Electrical test yield)	91.01%	90.98%
เปอร์เซ็นต์ของดีรวม (Cumulative yield)	77.64%	77.42%

4.5 อัตราการผลิต

4.5.1 จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการผลิต HGA หนึ่งหน่วย (Hour Per Unit)

ในการหาอัตราผลผลิตของ HGA จะทำการหาออกมาในรูปของจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการผลิต HGA หนึ่งหน่วย หรือ Hour Per Unit (HPU) โดยที่กำลังการผลิตสูงสุดของการผลิตด้วยมือจะอยู่ที่ 8100 หน่วยต่อวัน (Input) และในการหา จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการผลิต HGA หนึ่งหน่วยจะใช้สูตรในการหาดังนี้คือ

$$\text{HOUR PER UNIT} = \frac{\text{จำนวนพนักงานต่อสายการผลิตต่อกะ x 3 กะ x 6.3 ชั่วโมงต่อวัน}}{\text{ผลผลิตต่อวัน (Out put DGR)}}$$

1. ไตรมาสที่ 1 (พฤษภาคม - กรกฎาคม)

จำนวนเวลาที่ใช้ในการผลิตต่อกะ	=	6.3	ชั่วโมง
จำนวนกะที่ใช้ในการผลิตต่อวัน	=	3	กะ
จำนวนพนักงานต่อสายการผลิต	=	45	คน
เปอร์เซ็นต์ของดีโดยเฉลี่ย	=	77.64	%
จำนวน INPUT ต่อวัน	=	8100	หน่วย

ผลผลิตต่อสายการผลิตต่อวันโดยเฉลี่ย = จำนวน INPUT ต่อวัน x เปอร์เซ็นต์ของดีโดยเฉลี่ย

= 8100 x 0.7764

= 6289

$$\text{HOUR PER UNIT} = \frac{45 \times 3 \times 6.3}{6289}$$

$$= \underline{0.13524}$$

2. ไตรมาสที่ 2 (สิงหาคม - ตุลาคม)

จำนวนเวลาที่ใช้ในการผลิตต่อกะ	=	6.3	ชั่วโมง
จำนวนกะที่ใช้ในการผลิตต่อวัน	=	3	กะ
จำนวนพนักงานต่อสายการผลิต	=	45	คน
เปอร์เซ็นต์ของดีโดยเฉลี่ย	=	77.42	%
จำนวน INPUT ต่อวัน	=	8100	หน่วย

ผลผลิตต่อสายการผลิตต่อวันโดยเฉลี่ย = จำนวน INPUT ต่อวัน x เปอร์เซ็นต์ของดีโดยเฉลี่ย

= 8100 x 0.7742

= 6271 หน่วย

HOUR PER UNIT = $\frac{45 \times 3 \times 6.3}{6271}$

= 0.13562

4.5.2 ผลผลิตต่อไตรมาส

จากการเก็บข้อมูลของผลผลิตต่อไตรมาสของทั้งสองไตรมาสจะได้ผลดังนี้คือ

	ไตรมาสที่ 1 (พฤษภาคม - กรกฎาคม)	ไตรมาสที่ 2 (สิงหาคม - ตุลาคม)
ปริมาณการผลิตต่อหนึ่งไตรมาส	726256 HGA	729673 HGA
ผลผลิตต่อหนึ่งไตรมาส	563865 HGA	564913 HGA

ได้แสดงผลรวมของข้อมูลในด้านของต้นทุน อัตราผลผลิต และเปอร์เซ็นต์ของดีไว้ในตารางที่ 4.1

ในการคิดต้นทุนของต้นทุนแปรผันในส่วนของ วัตถุดิบทางตรง วัตถุดิบทางอ้อม และวัสดุสิ้นเปลืองได้นำเอา ต้นทุนต่อหน่วยของ วัตถุดิบทางตรง วัตถุดิบทางอ้อม และ วัสดุสิ้นเปลืองคูณกับปริมาณการผลิตต่อหนึ่งไตรมาสในหัวข้อ 4.5.2

ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลจะเห็นว่าไม่มีความแตกต่างในข้อมูลระหว่างไตรมาสที่1 และไตรมาสที่ 2 มากนัก ซึ่งเป็นที่แน่นอนในอุตสาหกรรมย่อมจะไม่หยุดนิ่งดังนั้นถ้ามีทางใดที่สามารถจะปรับปรุงต้นทุนการผลิต อัตราผลผลิต และเปอร์เซ็นต์ของดีให้ดีขึ้น ก็ย่อมจะต้องมีการศึกษาเพื่อทำการเปรียบเทียบ ดังนั้นทางเลือกหนึ่งก็คือการผลิตแบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบไว้ในบทถัดไป

ตารางที่ 4.1 สรุปข้อมูลของต้นทุนการผลิต อัตราผลผลิต และเปอร์เซ็นต์ของดี

	ไตรมาสที่ 1 พค. ถึง กค.	ไตรมาสที่ 2 สค. ถึง ตค.
ต้นทุนคงที่		
- ค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร	454282.5	454282.50
- ต้นทุนของอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ	1718003	1718003
- (Expense Tooling)		
- ค่าประกันเครื่องจักร	12012.82	12012.82
- อะไหล่สำรอง	64789.72	64789.72
- ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร	289384.88	289384.88
- เงินเดือนผู้บริหาร	103125	103125
ต้นทุนแปรผัน		
- วัตถุดิบทางตรง	62225614	62518382
- แรงงานทางตรง	198045	198045
- วัตถุดิบทางอ้อม	8660239.6	8865526.9
- วัสดุสิ้นเปลือง	427002.21	416862.18
- แรงงานทางอ้อม	376200	376200
- ค่าโสหุ้ยต่างๆ	172595.81	172756.89
ต้นทุนรวมต่อไตรมาส	74701294.54	75189370.89
ผลผลิตต่อไตรมาส	563865	564913
ต้นทุนต่อหน่วยเบื้องต้น	132.48	133.10
เปอร์เซ็นต์ของดี (Yield)	77.64%	77.42%
ต้นทุนต่อหน่วย (บาท)	170.63	171.92
จำนวนชั่วโมงในการผลิตHGAหนึ่งหน่วย	0.13524	0.13562

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย